Katarina MILOSAVLJEVIĆ, meteorolog-stručni savetnik u penziji

ZNAČAJ KLIMATOLOGIJE ZA URBANIZAM

Uvod

U toku mnogih stoleća u prošlosti ljudi su uobičajenim načinom izgradnje postizavali podnošljivu klimu stanovanja u naselju. Nagli razvoj industrije, pojava novih materijala i povećani zahtevi za komforom stanovanja postavili su zahtev za proučavanje načina građenja.

Poznato je da je sunčevo zračenje jedan od glavnih uslova za postojanje čovečanstva, ali savremeno građevinarstvo jedva da poznaje značaj korišćenja ovog izvora energije. Iako se neprekidno govori o zaštiti čovekove sredine, a osobito o održavanju čistoće vazduha i vode, često se grade postrojenja koja u velikoj meri zagađuju ove važne elemente za čovekov život. U zadnje vreme mnogo se govori o krizi energije. I pored toga grade se objekti kod kojih se energija uništava kao otpadni materijal, a pritom se zagađuje vazduh i voda.

Kao osnovni zahtev postojao je dosad u urbanizmu i građevinarstvu da građevina treba da čini uglavnom zaštitu od nevremena, međutim, ovde bi trebalo da bude primenjen selekcioni princip odabiranja klimatskih elemenata i faktora, tj. da klimatski elementi koji su pogodni za čoveka imaju pristup u građevinu, a da se nepovoljnima onemogući uticaj.

Već duže vreme kod planera urbanista, građevinaca i arhitekata postoji želja da se u praksu uvedu rezultati nauke, naročito klimatologije, meteorologije i fiziologije. Zbog naglog povećanja postojećih naselja prilivom stanovništva iz unutrašnjosti, zbog modernizacije naselja i zbog postojanja industrijskih postrojenja u neposrednoj blizini naselja, uvažavanje prirodnih uslova dobija sve veći značaj.

Stari narodi, koji nisu imali instrumente i znanje današnjih fizičara, poznavali su način da se npr. u gradovima i u građevinama, u zemljama sa toplim letom, pravilno koristi sunčevo zračenje i da se izvrši prirodna klimatizacija, odnosno da se leti obezbedi odgovarajuće rashlađivanje. Još je Vitruv (1) pokazao da je Sunce glavni faktor, pomoću koga se određuje veličina, oblik i orijentacija ulice. On je takođe objasnio da se usled prividnog kretanja Sunca i promena intenziteta zračenja u vezi sa ovim, koji su u Španiji, Egiptu i Rimu vrlo različiti, javljaju različite vrste građevina po veličini, obliku i orijentaciji. Veličina i oblik građevina često su korišćeni kao zaštita od visokih spoljašnjih temperatura, kao što je to kod crkava i u unutrašnjim dvorištima starih stambenih kuća u Španiji. U starom veku bila je poznata orijentacija ulica i građevina u vezi sa preovlađujućim pravcem vetra, i sa njegovim fizičkim osobinama, što se danas često zanemaruje. U severnoj Africi u Tripolisu, stari deo arapskog grada zatvoren je prema vrelom pustinjskom vetru »gibi«, a kroz modernu četvrt ovog grada čovek se jedva kreće, jer su ulice otvorene u pravcu ovog vetra.

Neki arapski gradovi su otvoreni prema moru, pa u vrelo doba dana koriste prohladan povetarac sa mora kao rashlađivanje.

U visoko razvijenim zemljama često se zaboravlja na postojanje iskustva iz prošlosti, a koncentracija industrije u određenim oblastima, ogromno povećavanje motornih vozila i još uvek primena raznih goriva u naseljima dovode do takvih zagađenosti gradske atmosfere, da ona ugrožava život ljudi i čovekovu okolinu.

Poznavanje prognoze vremena i odgovarajućih vrednosti pojedinih meteoroloških elemenata postalo je zahvaljujući radiu i televiziji svakodnevna potreba današnjeg čoveka. Međutim, primena meteoroloških i klimatoloških podataka u urbanizmu i građevinarstvu sporo prodire u praksu, pa se zbog toga često javljaju greške u naselju i građevinama, koje se negativno odražavaju na život i zdravlje čoveka. Ovde ćemo navesti nekoliko primera takvih grešaka. Dečja klinika u Beogradu, pozadi Meteorološke opservatorije u Beogradu, orijentisana je prema jugoistoku, prema pravcu košave, pa se u zimskim danima za vreme košavskih dana bolesnici smrzavaju u njoj. Luksuzna palata UNESCO-a u Parizu tako je orijentisana i izgrađena da u njoj temperatura u radnim prostorijama dostiže takve vrednosti koje su nepodnošljive za čoveka. Takođe je poznat slučaj solitera u Beču, koji je postavljen u oblasti niske gradnje svojom širokom stranom prema preovlađujućem pravcu vetra i koji u krugu od 50 do 100 m izaziva olujne vetrove koji mogu da obore biciklistu, ili u jednoj drugoj oblasti, gde s obzirom na konfiguraciju terena, jedna slična građevina sprečava provetravanje naselja. U Švedskoj je kod jednog solitera morao da bude naknadno izgrađen podzemni prilaz za ulaz u građevinu, jer bi vetar mogao da oduva njegove stanare. Pogrešan plan u odnosu na vetar izazvao je u jednom slučaju naknadne troškove oko pojačavanja zaštitnika, pogrešno postavljenih vrata i prozora. Ispitivanja u kanalu za vetar bila bi velika pomoć u otklanjanju ovih nedostataka. Kod visokogradnji, zbog stvaranja vrtloga, dim i ostala zagađenost budu vetrom spušteni do najgornjih spratova na zavetrenoj strani. Velika štete na građevinama se javljaju zbog neuvažavanja fizičkih procesa kod razlika u raspodeli temperature. Poznato je da na južnoj strani građevine vladaju drugi klimatski uslovi nego na severnoj, pa se i pored toga izrađuju isti spoljašnji zidovi sa svih strana. Sunčevo zračenje je elemenat koga treba koristiti zimi, ali se

od njega treba štititi leti, tamo gde ga dosta ima. U Nemačkoj se postavlja zahtev da svaki stan ima bar u dnevnoj sobi 21. decembra jedan ili jedanipo čas osunčavanja. Zbog problema osunčavanja, prirodne osvetljenosti i bacanja senke u mnogim zemljama se prilikom planiranja novih naselja vrše ispitivanja na modelima građevina, pa se određuje razmak među njima.

Često se događa da građevine sa velikim zastakljenim površinama, zbog nedostatka prethodne procene podataka o sunčevom zračenju, stvaraju za čoveka nepodnošljive uslove za život.

U okviru opšte i nacionalne akcije zaštite čovekove sredine i okoline trebalo bi pristupiti uvažavanju primene klimatologije u urbanizmu i građevinarstvu, jer bi na taj način bio postignut kompromis u zdravstvenom i ekonomskom pogledu. Rešavanje ovih problema trebalo bi da se vrši kompleksno i interdisciplinarno, jer u ovoj akciji treba da učestvuju eksperti za građevinsku fiziku, meteorologiju, urbanizam, građevinarstvo, medicinu, higijenu, ekološke i biološke uslove.

Klimatolozi proučavaju opštu klimu na celoj zemljinoj površini prema uticaju temperature i vlažnosti vazduha, padavina i svih ostalih klimatskih elemenata i faktora. Na izmenu opšte klime vrše uticaj gradovi i industrijske oblasti i obrazuju specijalnu vrstu klime, tzv. »gradsku klimu«, koja se u datim klimatskim uslovima, a u zavisnosti od reljefa zemljišta, organizacije naselja i objekata u njima, razlikuje od klime okoline.

U sledećem pregledu data je raspodela stanovništva u velikim gradovima na odgovarajućim površinama u raznim klimatskim zonama na svetu, prema podacima iz literature (2).

Klimatske zone na zemlji

Tehničke klimatske grupe	Geografske klimatske zone	Procenat učešća u		Gradska naselja treba da	
		Površini oblasti	Stanovništvu u velikim gradovima	Štite od	obezbeđuju
Vlažno-topla	Prašumska	9,4%	4,3%	kiše, toplote, vlage, jakog osunčavanja	provetravanje i rashlađivanje
	Monsunska	10,6%	7,5%		
Suvo-topla	Stepska	14,3%	1,8%	osunčavanja, peska, prašine, vetra, sušnosti	korišćenje najmanjih količina kiše
	Pustinjska	12,0%	1,6%		
Umerena	Umereno topla	9,3%	17,8%	kiše, snega, vetra, letnje vrućine, zimske hladnoće	dovoljno osunčavanja
	Vlažna i umereno topla	6,2%	50,0%		
	Umereno hladna	21,3%	17,0%		
Hladna	Klima tundre	6,9%	0,0%	vetra, hladnoće (hlađenja) snežnih nanosa	osunčavanje pri niskim stanjima sunca
	Večni mraz	10,0%	0,0%		

U gradskoj klimi javlja se poremećaj u bilansu toplote i vlage, a zagađenost vazduha je jedna od glavnih odlika. Zbog toga se provetravanju grada pridaje veliki značaj. Kuća koja je izgrađena u odgovarajućoj oblasti ima svoju vrednost stanovanja, koja je vezana funkcionalno sa odgovarajućom klimatskom grupom.

Kao što se iz prednjeg pregleda vidi, umerena tehnička klimatska grupa, koja je razdvojena na tri geografske klimatske zone, obuhvata 36,8% naseljene površine oblasti i 84,8% stanovništva u velikim gradovima, a polovina stanovništva u velikim gradovima smeštena je na zemlji jedva na 6% ukupne površine terena obuhvatajući vlažnu i umereno toplu klimu umerene klimatske grupe, jer je ovde tzv. optimalna klima za čovečju aktivnost u toku cele godine. U ovoj klimatskoj grupi srednja mesečna temperatura najhladnijeg meseca dostiže do —15°C (granični opseg za hladnu klimu), a najtoplijeg meseca do 25° C (granični opseg za suvotoplu klimu). Godišnja maksimalna temperatura retko prelazi 37°C, godišnja minimalna jedva prelazi —30°C. Retko se javlja temperatura vazduha viša od 20° zajedno sa relativnom vlagom > 80%. U toku cele godine moguće su padavine, a zimi po zonama pada sneg.

Kuća u klimatskoj grupi umerene klime mora da štiti od hladnoće, vrućine, kiše, snega i vetra. Dovoljno velike površine prozora treba da omoguće dobro osunčavanje.

Potrebno je izvršiti izolaciju spoljašnjih građevinskih delova od hladnoće i vrućine, a privredni značaj zagrevanja i korišćenja objekta imaju zbog toga veliki značaj.

Klima SFR Jugoslavije zavisi od njenog geografskog položaja i reljefa zemljišta. Jugoslavija se pruža između 41° i 46,5° severne geografske širine, odnosno na južnoj polovini umerenog pojasa. Jugoslavija ima pretežno tip umereno kontinentalne, tj. srednjoevropske klime. Uticaj Jadranskog mora ograničen je samo na uski primorski pojas, a dublje u unutrašnjost on prodire jedino kroz široke doline Krke, Neretve, Bojane, Morače, Zete i Vardara, gde preovlađuje sredozemna, ali nešto izmenjena klima. Između ove i umereno kontinentalne klimatske oblasti javljaju se krajevi sa alpskim, odnosno planinskim klimatskim uslovima.

Kao ilustracija nekih klimatskih karakteristika značajnih za urbanizam ovde se navode klimatski podaci za 11 mesta širom naše zemlje, koja imaju različitu nadmorsku visinu i geografsku širinu, a iz perioda od 1949—1961. g.

Mesta	Sred. god. temp.	Sred. god. min. temp.	Najv. maks. temp.	Najn. min. temp.	God. kol. padavina mm	Broj dana		God. broj časova osunč.
						sa sneg.	sa maglom	
Planica	6,2	—19,6	33,2	—24,5	1688	42	27	—
Ljubljana	9,8	—15,2	38,8	—23,3	1318	26	151	1638
Zagreb	11,8	—11,6	40,3	—19,4	867	24	99	1851
Split	16,3	— 3,7	38,6	— 8,3	782	2	1	2616
Sarajevo	9,9	—15,6	38,0	—22,0	882	41	94	1898
Titograd	15,6	— 5,3	41,2	— 9,7	1579	5	11	2485
Palić	10,9	—16,7	39,6	—24,6	514	20	36	2140
Beograd	12,1	—12,8	39,2	—20,5	679	28	46	2123
Sjenica	6,5	—26,8	34,4	—38,0	680	50	63	—
Niš	11,9	—13,8	42,2	—21,6	571	29	13	2153
Skoplje	12,5	—14,7	40,6	—22,0	518	16	80	2166

Beograd sa svojim klimatskim karakteristikama spada u oblast umereno kontinentalne klime. Prema dugogodišnjim podacima (1888—1962), srednja temperatura u januaru iznosi —0,3 u junu 20,0, julu 22,1 i avgustu 21,6°C, najviši maksimum temperature je 41,8°, a najniži minimum temperature —26,2°. Godišnja količina padavina iznosi 659 mm, a sneg pada u 27 dana. Preovladujući vetar je iz jugoistočnog pravca, on ima u hladnijoj polovini godine često olujni karakter i dostiže maksimalnu brzinu oko 32 m/s.

Nije moguće u okviru ovog referata dati detaljnu analizu prikazanih podataka. Oni su ovde izloženi da bi se na jednostavan način mogle uočiti razlike koje postoje u klimatskom pogledu u našoj zemlji, što daje povod za studiozno razmatranje prilikom primene u praksi.

1. Primena klimatskih elemenata kod raznih vrsta planiranja

Prilikom primene klimatskih podataka u urbanizmu, arhitekturi i građevinarstvu potrebno je razlikovati pre svega da li se radi o planiranju u regionalnim ili lokalnim razmerama, ili pojedinih građevina i drugih detalja u okviru naselja.

Za regionalno planiranje se koriste makroklimatski podaci, tj. dugogodišnji klimatski podaci sa standardnih meteoroloških stanica prikazani tabelarno ili grafičkim putem na geografskim kartama (Atlas klime SFR Jugoslavije) ili u vidu grafikona. Ovi podaci služe za utvrđivanje razlike u prostornoj raspodeli klimatskih elemenata, koji karakterišu klimatske zone. Pomoću ovih podataka se vrši određivanje pogodnosti klime s obzirom na plan, kao i utvrđuju zone opterećenja itd.

Planiranje u **lokalnim razmerama** koristi tzv. mezoklimatske podatke. Mezoklimatski podaci su oni koji su dobiveni merenjima na manjim geografskim prostorima, kao što su npr. naselja. Oni predstavljaju modifikovanu makroklimu, tj. klimu regiona, modifikovanu bilo prirodnim putem ili kulturnim predelom. Pomoću ovih podataka se ustanovljuju klimatski uslovljene gradske zone prema klasama boniteta. Imajući u vidu reljef zemljišta na kome je postavljeno neko naselje, ili na kome se ono planira, javljaju se značajne promene klimatskih elemenata sa visinom, a pritom se osobito mogu ustanoviti gornje granice i čestine slojeva temperaturskih inverzija. Problem vetra je u gradu vezan sa najkomplikovanijom vremenskom i prostornom strukturom i najrazličitijom vrstom tehničkog dejstva, što je u vezi sa njegovim turbulentnim karakterom i njegovom velikom promenljivošću u pogledu jačina i pravca i njegovim fizičkim osobinama. Vertikalno pojačanje vetra daje meru za prirodno pročišćavanje gradskog vazdušnog prostora sa jedne strane i za opterećenje vazduha zagađenošću u predelu visoke gradnje i solitera u njihovim najgornjim spratovima (Sl. 1). Kod ove vrste planiranja treba osobito voditi računa o zagađenosti vazduha izazvanog uređajima za zagrevanje i drugim. Klimatski podaci dobiveni sa pogodnih meteoroloških stanica u gradu omogućavaju pravilno postavljanje ulica i saobraćajnica i određivanje njihove širine, koji opet stvaraju uslove za bolje provetravanje naselja. Pri izboru pravca pružanja ulica trebalo bi voditi računa o pitanju osunčavanja čitavih gradskih delova. Količina i vrsta vegetacije u nekoj urbanoj oblasti takođe zavise od mezoklimatskih uslova, a njihovo prisustvo u urbanoj klimi utiče povoljno na temperaturu vazduha, brzinu vetra, uslove osunčavanja, vlažnost vazduha i padavine.

Planiranje pojedinih građevina u nekom naselju bavi se povezivanjem građevinskih tela u građevinski osnovni red nekog grada uz optimalno uvažavanje gradske i građevinske klimatologije kao i građevinsko tehničkog iskustva. To je onaj vid planiranja za koje su potrebni podaci mikroklime, tj. klime na najmanjem prostoru. Ovde treba osobito voditi računa o slobodnim i zelenim površinama, o prostoru za saobraćaj kao i o fizičkim osobinama slojeva vazduha koji su u dodiru sa građevinskom masom.

Četvrta vrsta planiranja odnosi se na **planiranje detalja** u nekom naselju. U ovom planiranju vodi se računa o položaju lokaliteta, o planu i o sprovođenju izgradnje da bi se postigao optimalan konfor stanovanja i radnih prostorija. Ovaj stepen planiranja zahteva podatke iz oblasti kriptoklime. Kriptoklima je skup problema osvetljenja, akustike, toplote i vlažnosti; to je klima koju kontroliše oko, uvo i koža. Npr. klimatološka sredina u nekom brodu, građevini, kapsuli itd. Ovo se postiže uz višestruko povezivanje makroklimatskih podataka i uvažavanje podataka o mikroklimi. Na ovom stepenu planiranja potrebno je osobito posvetiti pažnju na uticaj zagrevanja kako na spoljašnju klimu grada tako i unutar građevine. Ovde spada problem povećavanja senke i stvaranja specijalnih uslova vetra u okolini prilikom planiranja visokogradnje i solitera.

Klimatski podaci za svako od napred pobrojanih planiranja treba da budu odabrani iz mnoštva meteoroloških podataka od strane klimatologa, a u tesnoj saradnji sa inženjerom koji izrađuje plan. Ove podloge treba da budu jednostavne, očigledne i lake za rukovanje, jer će praksa samo u tom slučaju moći da im pokloni dovoljnu pažnju.

2. Klimatski faktori i elementi i njihov značaj

2.1. Geografski klimatski faktori — Najglavniji geografski klimatski faktori za makroklimu (3) su: geografska širina, nadmorska visina, opšta raspodela kopna i mora, reljef zemljišta (nagnutost prema sunčevim zracima), vrsta podloge (voda, sneg, led, stenje, pesak, glina, crnica itd.), vegetacioni pokrivač (šuma, livada, golo polje, stepa itd.), delatnost čoveka (izme-

na biljnog zemljinog pokrivača, podizanje šumskih pojaseva, podizanje većih gradova, meliorativni zahvati itd.).

2.2 Klimatski elementi. — Najglavniji klimatski elementi i pojave koji se primenjuju u raznim vrstama planiranja su sledeći: sunčevo zračenje i osunčavanje, oblačnost, temperatura vazduha i zemljišta, vlažnost vazduha, magla, vetar, padavine (kiša i sneg), snežni pokrivač, zagađenost vazduha i gradska buka.

Sunčevo zračenje i osunčavanje su osnovni faktori makro-, mezo-, topo- i mikroklime. Ako se raspolaže podacima o sunčevom zračenju onda se koristi intenzitet i suma globalnog, difuznog i direktnog sunčevog zračenja izmerenog na horizontalnoj površini ili izračunate na vertikalnim površinama orijentisanim prema raznim stranama sveta, ili na nagnutim površinama pod određenim uglom. Na meteorološkim stanicama se registruje trajanje osunčavanja, koje se izražava u broju časova u danu, mesecu i godini, a koje može da posluži za izračunavanje relativnog trajanja osunčavanja s obzirom na moguće, koje bi se javilo u vezi sa geografskom širinom mesta i pri stalno vedrom nebu.

Podaci o sunčevom zračenju su presudni za izbor lokacije, osobito na raščlanjenom reljefu zemljišta, gde su južne padine najpovoljnije. Sunčevo zračenje deluje u unutrašnjost prostorije na povećanje nivoa svetlosti, temperature prostorije a u vezi sa ovim i na komfor. U mestima sa dovoljno sunčevog zračenja smanjuju se troškovi za zagrevanje prostorija, a takođe i za veštačku svetlost. Sunčevo zračenje je klimatski elemenat povoljan u zimskom dobu godine, kad ga treba koristiti, a nepovoljan u letnjem, kad se od njega treba braniti. Prema podacima o sunčevom zračenju se planiraju prozori, njihova veličina i položaj, a donosi takođe odluka o uređajima za zaštitu od sunca. Zidovi i krovovi magaziniraju toplotu, pa je potrebno vršiti zaštitu od zračenja. Ovi podaci služe takođe kod planiranja uređaja za zagrevanje i hlađenje i obračune klima uređaja.

Oblačnost je klimatski elemenat koji je suprotan od sunčevog zračenja i trajanja osunčavanja. Za planiranje se često koriste parametri o broju vedrih, umereno oblačnih i potpuno oblačnih dana.

Pomoću **temperature vazduha,** koja vlada na raznim geografskim širinama određena je vrsta čovekove gradnje, jer je građevina filter između čoveka i njegove okoline, između temperature spoljašnjeg i unutrašnjeg vazduha. Razni parametri maksimalne i minimalne temperature vazduha nalaze veliku primenu u planiranju osobito u vezi sa klimom stana, gde ona ima veliki uticaj na temperaturu vazduha unutar stana, temperaturu raznih površina, gde dolazi do kondenzacije vodene pare i obrazovanje gljivičnog sloja, zatim na koeficijent prodiranja toplote kroz zidove, prozore, krovove, tavanice, zatim za sračunavanje uređaja za zagrevanje, na magaziniranje toplote, ponašanje difuzije vodene pare, širenje toplote, određivanje koeficijenta prodiranja toplote, otpornost pojedinih građevinskih materijala na odgovarajuću temperaturu, ili nagle temperaturske promene, itd.

Vlažnost vazduha je takođe karakteristična za klimatske uslove u naselju i u velikoj meri utiče na isparavanje, obrazovanje magle, zagađenost vazduha, ovlaživanje građevinskog materijala, sublimaciju slane itd. Podaci o vlažnosti vazduha često se koriste u urbanizmu prilikom izbora lokacije pojedinih objekata osetljivih na vlažnost vazduha i na sve one pojave koje su u vezi sa njom.

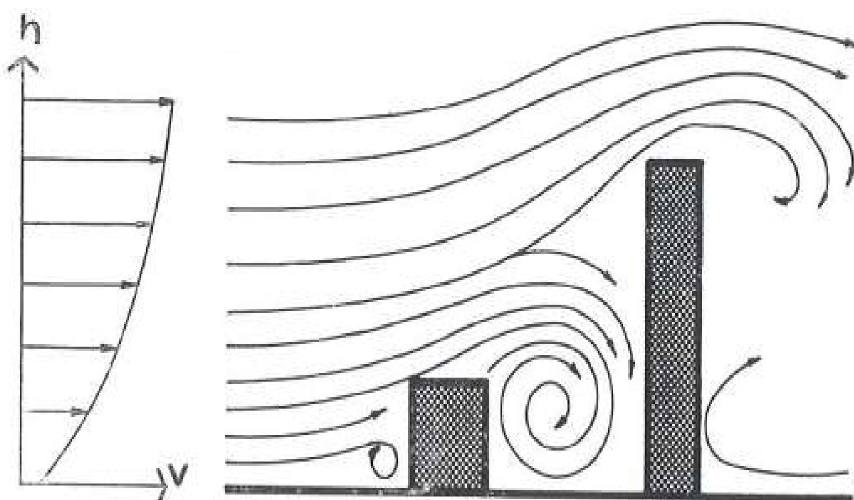
Podaci o **padavinama,** i to pre svega o opštim uslovima padavina, o njihovoj raspodeli u toku godine, o obliku padavina, kiša ili sneg, o snežnom pokrivaču i o njegovom trajanju, intenzitetu itd. imaju svestranu primenu u raznim planiranjima u urbanizmu. Pljusak zbog svoje kinetičke energije prodire u sve otvore na spoljašnjem zidu. Planiranje krovnih konstrukcija vrši se prema podacima o padavinama — kiši i snegu. Kiša utiče na stanje podzemnih voda. Količina padavina često se primenjuje kod određivanja lokacije nekog naselja.

Uz pomoć podataka o **vetru** vrši se izbor parcele za lokaciju, a takođe i orijentacija građevina. Podaci o česticama pravaca vetra, o srednjoj jačini ili brzini, o maksimalnom udaru, o periodima uzastopnih dana sa istim pravcem vetra, a osobito povezani sa hladnim danima ili sa danima sa kišom ili snegom vrlo su korisni kod raznih planiranja, jer od ovih podataka zavisi sadržaj vlage u građevinskom materijalu, prodiranje kroz prozore i pukotine u građevine, obezbeđenje spoljašnih elemenata od kiše sa udarima vetra. Od uslova vetra zavise troškovi oko zagrevanja, itd.

Zagađenost vazduha je klimatski faktor koji se danas ne može zanemariti, jer ona utiče ne samo na klimu u naselju, već i na klimu u građevini. Posledice zagađenosti se ne uočavaju odmah, već tek posle određenog vremenskog perioda javljaju se poremećaji u zdravstvenom pogledu i kod materijalnih dobara.

U savremenoj urbanističkoj klimatologiji pored napred pobrojanih klimatskih elemenata navodi se **gradska buka.** Mada je to elemenat koji se ne meri u meteorologiji, razna ispitivanja su pokazala da postoji konkretna veza između strujanja vazduha i buke.

Sl 1 - Vetar u naselju



Pored ovih napred navedenih klimatskih elemenata za mnoge potrebe moraju se dovesti u vezu dva i više klimatskih elemenata, kao npr. pravac vetra sa temperaturom vazduha, vlažnošću vazduha, oblačnošću i sa padavinama da bi se ustanovile njegove fizičke osobine, određene vrednosti temperature i vlage vazduha da bi se video stepen omorine, temperatura sa ekvivalentnom temperaturom za planiranje klimatizacije itd.

Uglavnom jedna vrsta klimatskih podataka se mora uvažavati zbog humanih aspekata, kao što su psihološki i higijenski uslovi, da bi se dobio odgovarajući komfor, a druga vrsta pomaže planeru da prilikom odlučivanja donosi optimalna rešenja za postavljene zadatke.

Na slikama 1 do 3 prikazane su neke od karakteristika gradske klime.

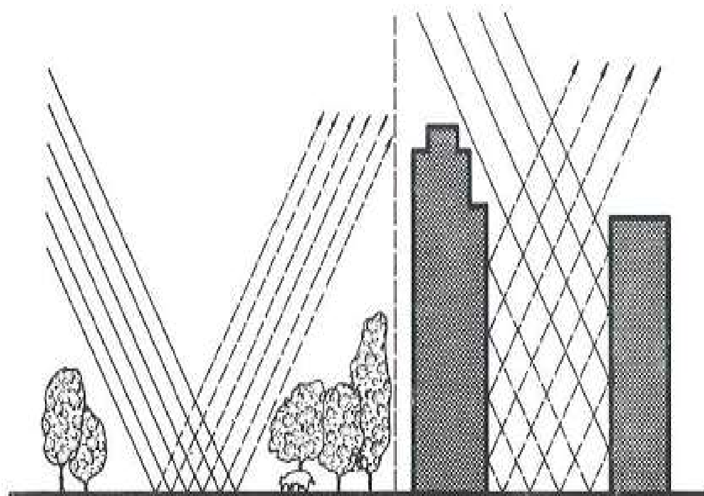
Na sl. 1 dat je prikaz uticaja vetra u naselju. Sa leve strane je nacrtano povećanje brzine vetra sa visinom, a sa desne uticaj visokogradnje kao prepreke na strujanje vazduha sa vrtlozima na navetrenoj i zavetrenoj strani, što izaziva štete zbog olujnog karaktera vetra zbog pritiska vetra ili usisavanja kod niskih kuća u okolini. Usponi krak vrtloga na zavetrenoj strani donosi u najgornje spratove već pri malim brzinama vetar pored izduvnih gasova iz prostora u kome se odvija saobraćaj, takođe i otpatke i prljavštinu sa ulica.

Na sl. 2 prikazano je sunčevo zračenje i izračivanje izvan grada, sa leve strane i u gradu na desnoj strani ove slike. Zbog višestruke refleksije toplotnog zračenja, koje je u toliko veće u koliko su građevine više i naselje gušće izgrađeno, pretvaranje sunčevog zračenja u toplotu je u gradu veliko, a izvan grada malo. Zato se u gradu obrazuje tzv. »toplotno ostrvo« u kome je temperatura viša, a vlaga manja nego u okolini. Zbog toga u gradu ima manje dana sa mrazom, ranije cveta drveće itd.

Na sl. 3 je prikazana zagađenost vazduha iznad jednog industrijskog postrojenja i naselja izazvana prizemnom inverzijom temperature vazduha. Prizemna inverzija sa raspodelom temperature u njoj prikazana je na ovoj slici sa desne strane. Na ovom grafikonu se vidi da polazeći od zemljine površine temperatura sa visinom polako opada do određene visine, a zatim da naglo raste sa visinom. Hladan vazduh koji leži iznad zemljine površine ima debljinu od oko stotinu metara i on je gust, a iznad njega je topao lakši i ređi vazduh, pa su zbog toga sprečeni procesi vertikalnog mešanja sa vazdušnim slojem koji leži iznad njega i zagađenost iznad naselja se zadržava u prizemnom vazduhu, dok u toplijem vazduhu na visini pod uticajem vetra vrši se rasturanje dima iz dimnjaka.

Pored značaja pojedinih klimatskih elemenata i kombinovanih elemenata, ovde će biti navedeni još neki aspekti primene koji se javljaju u literaturi. Tako npr. da bi se postigao komfor u građevini i stanu mora se proučiti kombinacija između temperature vazduha, vlage vazduha, sunčevog zračenja, strujanja vazduha, svetlosti i boja.

Sl. 2 - Zagrevanje i hlađenje u prirodi izvan grada i u gradu



U novije vreme u nekim radovima se govori o obolenjima gradskog stanovništva, koja su ustanovljena na gornjim spratovima u soliterima. Prema Hader-u (2) ovo se javlja zbog raspodele temperature sa visinom kod vremenskih situacija kod kojih je slaba razmena. U urbanom prostoru inverzije temperature počinju često tek nekolko dekametara iznad tla, pa zbog toga deluju baš kod gornjih spratova kao pregradni sloj, koji na ovome mestu zadržava zagađenost vazduha, gde se ona još povećava. Sa druge strane u danima u kojima ima dobrog mešanja vazduha na gornjim spratovima visokogradnje dolazi do specijalnog opterećenja vetrom.

Staklene fasade koje se u poslednje vreme često primenjuju i za stambene i poslovne zgrade predstavljaju opasnost za neprijatno zagrevanje prostorija, u koliko se prilikom projektovanja ne primene građevinsko tehničke i građevinsko fizičke mere predostrožnosti. Da bi se o ovom problemu mogle doneti mere predostrožnosti razradio je Gertis (4) pomoću eksperimentalnog istraživanja metod obračuna, koji omogućava da se klimatski elementi još kod planiranja ovakvih građevina na odgovarajući način uvažavaju. Bruckmayer i Lang (5) su razradili metod uštede troškova za zagrevanje građevina, koji bi zbog ekonomskog značaja trebalo uvažiti. Primena ovog metoda bi mogla da dovede do uštede energije.

Na izmenu karakteristika klimatskih elemenata i faktora u jednom naselju može da utiče metod primenjen u urbanizmu kao i način konstrukcije građevina, njihov položaj, visina itd. i to na stvaranje vrućine, hladnoće, zatim na osvetljenost itd. Zbog toga treba neku građevinu posmatrati pod normalnim i pod ekstremnim klimatskim uslovima. Ovo će se pokazati pre svega prilikom izbora građevinskog materijala i novog načina konstrukcije. Dobro su poznati iznosi troškova kod građevina kod kojih postoji opterećenje vetrom ili snegom, kao i zbog dejstva vode na koroziju, zatim zbog mraza, poplave itd., dok su manje poznati uticaji teških i lakih zidova na vrućinu i hladnoću prilikom obrazovanja temperature u prostoriji. Prilikom izbora građevinskog materijala trebalo bi obratiti pažnju na humane aspekte, a kod izrade plana i izgradnje industrijskih po-

strojenja od velikog je značaja očekivana emisija i imisija zagađenosti u ovoj oblasti.

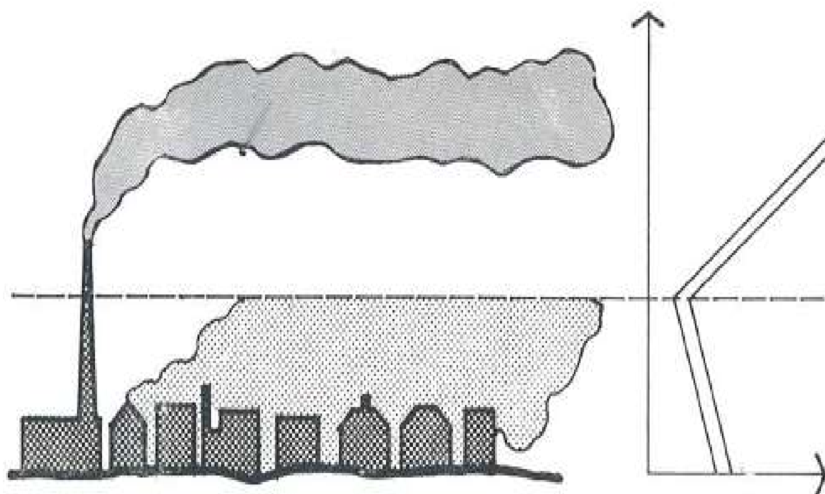
3. Kako se dolazi do klimatskih podataka

Svi napred navedeni zahtevi pretpostavljaju da planeru u urbanizmu i građevinarstvu stoje na raspolaganju publikacije sa odgovarajućim klimatskim podacima, kao što je to npr. u Švedskoj, Americi, Engleskoj i Kanadi uzorno rešeno (1).

U načoj zemlji zasad nema takvih specijalnih publikacija, ali postoji velika meteorološka tradicija, a Republički hidrometeorološki zavodi raspolažu sa dugogodišnjim meteorološkim osmatranjima na vrlo gustoj mreži meteoroloških stanica, koje su započele sa radom krajem prošlog veka. Tako se u Beogradu vrše merenja i osmatranja u toku 90 godina, na široj teritoriji Beograda gotovo 25 godina, a na teritoriji Srbije i cele SFR Jugoslavije u toku poslednjih 30 godina. Postoje takođe meteorološki podaci za period između dva svetska rata, i za godine pre prvog unazad do poslednjih decenija prošlog veka.

Uz opšte klimatske informacije u pojedinim slučajevima vrši se ponekad dopuna specijalnim podacima koji zahtevaju specijalne studije ili merenja, a ponekad je potrebno primeniti elektronsku računsku tehniku. Kod urbanističkog planiranja pruža obrada klimatskih podataka pomoću kombinovanih računskih programa značajnu pomoć kod donošenja odluka za mnoga rešenja. Kvalitet jednog projekta zavisiće od veštine planera da klimatske podatke optimalno iskoristi. Komplikovanost problema, osobito u odnosu na turbulentni karakter vetra, naleže pristupanju ogledima pomoću modela u konalu za vetar ili u hidrauličnim stimulatorima.

Na kraju, potrebno je istaći da napred navedeno izlaganje ukazuje na kompleksnost problematike urbanističke i građevinske klimatologije. Da bi se mogla uspostaviti veza između nauke i prakse potrebno bi bilo pre svega da planer bude dobro upoznat sa karakteristikama pojedinih klimatskih elemenata i faktora, a klimatolog da prilagodi i odabere klimatske podatke ili izvrši odgovarajuća meteorološka istraživanja u skladu sa postavljenim problemom, jer se radi o primeni podataka koji se razlikuju od standardnih klimatskih obrada. Samo međudiscipliniranim jedinstvenim metodom obuke sa glavnim ciljem razvoja stručnog jezika, jedinstvenih pojmova biće omogućeno sporazumevanje između specijalista raznih struka sa ciljem zaštite čovekove sredine, i za povoljan život čoveka u naselju.



Sl. 3 - Prizemna inverzija temperature i zagađenost vazduha

U zaključku navešćemo još sledeće:

1. Svaka kuća mora prema svojoj osnovnoj funkciji da štiti od vremenskih i klimatskih uticaja. Bilo da ona stoji usamljena, ili da čini celinu sa grupom građevina, izložena je naizmeničnom dejstvu klime i vremena.
2. Oblik građevine i građevinski materijali mogu se prebacivati iz jedne klimatske zone u drugu, ako su oni na novoj lokaciji usklađeni sa klimom. Zbog toga se mora voditi računa o razlikama u pogledu klime u svetskim razmerama, kao što su klimatske grupe i zone, a takođe i o lokalnim klimatskim varijacijama, kao što su izloženost vetru, čestina mraza, karakteristike mikroklime itd.
3. Vreme i klima su kompleksne veličine koje utiču na građevinu. Svaka promena jednog meteorološkog elementa vezana je sa promenom drugih.
4. Ako bi se kod jednog projekta uzeo u obzir samo jedan meteorološki elemenat kao veličina koja utiče na građevinu, kao npr. samo pravac vetra, samo osunčavanje itd., to može da dovede do pogrešnih zaključaka.
5. Klimatski elementi nisu fizičke konstante, već su to izmerene vrednosti koje potiču iz nekog dovoljno dugog perioda osmatranja. Dužina perioda za podatke koje treba primeniti u građevinarstvu, zavisi od postavljenog zadatka i od postojećih podataka o čemu treba meteorolog da donese odluku.
6. Uticaj klime i vremena se mora uvažavati kod optimalnog izbora lokacije, izrade plana, izvođenja procesa građenja, da bi se obezbedili higijenski uslovi i podesio pogodan komfor stanovanja, kao i da bi se dobila privredna rešenja i bili rešeni svi građevinski problemi.
7. Potrebno bi bilo izraditi informacije i dokumenta koji su dostupni praksi sa što širim dejstvom ne samo za one koji učestvuju u izgradnji već i za građane, političke i državne predstavnike zainteresovane za izgradnju i privredu. Podaci meteoroloških osmatranja i stanje znanja urbanističke i građevinske klimatologije danas je već dovoljno i može da posluži kao osnova za sva građevinsko tehnička rešenja.

Spisak literature

1. Liepolt E., Klima, Bauen, Wohnen, »Gesundheitstechnik« Nr 7/Juli 1974 und 8/August 1974, BAG Zürich
2. Hader F., Klima und Wohnen, Heraklith Rundschau, Heft 73, Dezember 1965
3. Milosavljević M., Klimatologija, Naučna knjiga, Beograd 1968
4. Gertis K., Die Erwärmung von Räumen infolge Sonneneinstrahlung durch Fenster, Sonderabdruck aus »Berichte aus der Bauforschung«, H. 65. Berlin, W. Ernst & Sohn 1970.
5. Bruckmayer F. — Lang J., Wirtschaftlicher Wärmeschutz III-Bauphysikalische Grundlagen fär die Gewährung von Baudarlehen mit Rückzahlung aus Heizkostenersparnis.